

## Adatok az északafrikai (Hyper) és izraeli (Cyklon) foszfátok műtrágyahatásáról

### I. Szemcsefinomság és fajlagos felület vizsgálata

KRÁMER MIHÁLY

*MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet Trágyázási  
Osztálya, Budapest*

Az utóbbi években világszerte egyre nagyobb teret hódít a nyersfoszfátok közvetlen trágyaként történő alkalmazása. Jól látható ez a FAO 1960-ban kiadott összefoglalójából [14]. Eszerint az 1959/60-as gazdasági évben a világon 10,401 millió tonna  $P_2O_5$  tartalmú foszfátműtrágyát használtak fel. Ennek 8.4%-át adták nyersfoszfát formájában. Különösen számottevő volt a közvetlen nyersfoszfát-felhasználás a Szovjetunióban (az összes P műtrágya 22.3%-a) és Afrikában (az összes P műtrágya 17.8%-a). 1954/55-től eltelt öt év alatt a világ  $P_2O_5$ -ben kifejezett foszfátműtrágya felhasználása 28%-kal növekedett, míg a közvetlenül műtrágyaként alkalmazott nyersfoszfátok mennyisége ugyanakkor 57%-kal.

Hazánkban is folynak az utóbbi évtizedben kísérletek a nyersfoszfát műtrágyák közvetlen alkalmazásával. Az Agrotársulat adatai szerint pl. az 1961-ben felhasznált 78.671 t foszforműtrágya hatóanyag ( $P_2O_5$ ) 2.6%-a volt nyersfoszfát (2.2% Hyper és 0.4% Cyklonfoszfát), de a nyersfoszfátok alkalmazásának lehetősége és módja hazánkban még kevésbé tisztázott. A nyersfoszfátokkal végzett tanulmányaim során elsősorban a hazai alkalmazásra számbajövő anyagok természetét, a minősítésükre használatos módszerek értékét, a nyersfoszfátok és a talajok kölcsönhatását vizsgáltam.

Ebben a dolgozatomban a nyersfoszfátok fajlagos felületének vizsgálatánál kapott eredményeimről számolok be.

Mint ismeretes, a nyersfoszfátok (pontosabban a természetes kalciumfoszfátok) eredetüket tekintve lehetnek magmás eredetűek (eruptívek) és üledékesek. Keletkezésük körülményeire leginkább a röntgendiffrakciós vizsgálat deríthet fényt. A magmás eredetű foszfátok makrokristályosak (kristályátmérőjük  $10^{-4}$  cm-nél nagyobb), esetleg mikrokristályosak (kristályátmérőjük  $10^{-4}$ — $10^{-5}$  cm között), az üledékes foszfátok túlnyomórészt kriptokristályosak (kristályátmérőjük  $10^{-5}$ — $10^{-6}$  cm között) [7]. Az üledékes foszfátok sem alaktalanok tehát, hanem szubmikroszkóposan finom kristályok aggregátumai. Az apatit csoport különböző tagjait (fluor-, hidroxil- és karbonatapatit ásványokat) főképpen homok és agyag fogja össze szemcsékké. Emellett kalcit, szeszkvioxidok és szervesanyagok is szerepelhetnek kötő, illetve járulékos anyag-

ként. Mindebből következik, hogy a természetes mészfoszfátok igen sokféle összetételűek és fizikai állapotúak lehetnek, éppen ezért műtrágyahatásuk megítélésénél az anyag természetét sokoldalúan ismernünk kell. Mivel hazai — a műtrágyázásszempontjából jelentős — foszfátnyersanyag forrással nem rendelkezünk, különböző importanyagokra vagyunk utalva. Az utóbbi években számottevő mennyiségben a szuperfoszfát gyártásnál elsősorban alapanyagként felhasznált szovjetunióbeli kólafoszfátot kívül északafrikai és izraeli eredetű foszfátokat hoztak be országunkba. Ezeknek kémiai összetételét az 1. táblázat mutatja.

1. táblázat

**Hazánkban közvetlen műtrágyának felhasznált  
nyersfoszfátok összetétele**

(1) Származási hely	(2) Elnevezés	(3) %-os tartalom		
		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CO <sub>2</sub>	F
Észak-Afrika	Hyperfoszfát	29,0	5,71	3,4
Izrael	Cyklonfoszfát	21,0	14,90	2,3
Szovjetunió	Kólafoszfát	40,3	0,0	3,0

A felhasználásra kerülő nyersfoszfátfeleségek — hazai és külföldi tapasztalatok szerint egyaránt — igen eltérő értékűek. A szuperfoszfát hatását leginkább a Hyper védjeggyel forgalombahozott északafrikai foszfát, legkevésbé a Kóla félszigetről származó foszfát közelíti meg. Nem helyes tehát — a közvetlen alkalmazhatóság megítélésénél — általában csak „nyersfoszfátról” beszélni. A különböző anyagokat minősíteni kell. Ez a kémiai összetétel megállapításán túlmenően egyrészt a foszfátok fizikai tulajdonságainak (fajlagos felület, oldhatóság), másrészt a talajjal való kölcsönhatásának a vizsgálatára terjed ki. Ilyen minősítés lehetővé teszi, hogy évekre nyúló szabadföldi kísérletek helyett laboratóriumi próbákkal is tájékozódhassunk, hogy egy forgalombahozott — hatóanyagát nem vízben oldható alakban tartalmazó — foszfáttól milyen műtrágyahatás várható és csak ennek segítségével biztosítható, hogy az esetleges nagyüzemi alkalmazás során ténylegesen a kísérletekben bevált anyagok kerüljenek felhasználásra.

### Kísérleti rész

#### 1. A szemcsefinomság (fajlagos külső felület) vizsgálata

A köztudatban a nyersfoszfátok geológiai korán — közkeletű kifejezéssel „lágyságán” — kívül elsősorban a szemcse nagyságát fogadják el felvehetőségük legfontosabb meghatározójának. Így például SZOKOLOV [15] a foszforitlisztek szabványát ismertetve kiemeli, hogy ezekben 1 mm-nél nagyobb átmérőjű szemcsék egyáltalában nem, 0.4 mm-nél nagyobb átmérőjű szemcsék csak 5%-ban és 0.17 mm-nél nagyobb átmérőjű szemcsék legfeljebb csak 25%-ban

fordulhatnak elő. Emellett azonban hangsúlyozza, hogy az igen savanyú (4.2-es pH-jú) talajokat kivéve, az őrlés finomságának növelésével nem lehet az ún. nehezen felvehető nyersfoszfátokat az ún. könnyen felvehetőkké azonos értékűvé tenni. Ezzel szemben SIK és SIKNÉ [13] azt javasolják, hogy az igen nehezen felvehető kólafoszfátot szelfajtázással — a 0.025 mm-es átmérőnél kisebb részeket kifutvatva — tegyék közvetlen műtrágyázásra alkalmassá. A hazai és külföldi irodalomban egyesek „finomszemcséjű” nyersfoszfátokról beszélnek. A szemcsefinomság kérdésének vizsgálatával kezdtem tehát vizsgálataimat. Olyan gyors és a talajvizsgáló laboratóriumokban mindennapos módszereket kerestem, amelyek a nyersfoszfátoknál is alkalmazhatók.

A különböző nyersfoszfátok szemcseösszetételének vizsgálatára vizes előkészítés után az ún. pipettás eljárást használtam fel [5]. A mechanikai elemzés előtt 25 gramm foszfátot 2—3 ml  $H_2O$ -val 10 percig dörzsöltünk, majd 6 óra hosszat 500 ml  $H_2O$ -val rázattunk. Ezután a vizsgált anyag fajsúlyának ismeretében számított időpontokban és mélységekben kipipettázott szuszpenzió mennyiség szárazanyagának meghatározása alapján határoztuk meg, hogy az egyes szemcseátmérő határok közé a nyersfoszfátnak hány %-a tartozik. A mérések eredményeit a 2. táblázatban állítottam össze.

2. táblázat

Különböző nyersfoszfátok mechanikai összetétele (pipettás elemzés szerint)

(1) Nyersfoszfát		(2) Faj- súly*	(3) Ö s s z e t é t e l % - b a n							
(4) Szárma- zási hely	(5) Minőség		(6) Homok		(7) Por			(8) Agyag	(9) Fajlagos külső felület	
			(10) közepes	(11) finom	(12) durva	(10) közepes	(11) finom		cm <sup>2</sup> /g	relatív
			Szemcseátmérő mm-ben							
			1—0,25	0,25— 0,05	0,05— 0,01	0,01— 0,005	0,005— 0,002	<0,002		
Gafsa	a) durvaörle- mény	2,85	2,6	94,3	2,3	0,1	0,7	—	198	17
	Hyper	2,92	0,5	8,1	87,6	0,1	0,9	2,8	1187	100
Izrael	Cyklon	2,26	2,2	48,0	48,2	0,2	1,8	—	757	64
Kola	b) flotált	3,31	2,6	62,6	28,4	3,7	2,5	0,2	552	47
	c) 6 órát örölt	3,22	1,0	60,8	31,8	3,2	2,4	0,8	608	51
	d) 12 órát örölt	3,20	0,4	51,8	40,5	2,2	3,2	1,6	906	76

\* vízben piknométerrel mérve

A méréseket a MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézet Talajfizikai osztálya végezte. Munkájukért e helyen mondok köszönetet.

A táblázat utolsó rovatában feltüntetett fajlagos külső felületeket a mechanikai elemzés adataiból számítottam ki:

$$S \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1} = \frac{6}{100 d_1} \sum \frac{\%}{2r_1}$$

$S$  = gömb alakúnak vett szemcsék felszínének összege 1 g anyagban

$d_1$  = a nyersfoszfát fajsúlya

$\%$  = az adott szemcseátmérő határok közötti anyag %-os mennyisége

$2r_1$  = a frakcióra jellemző átmérő határok középértéke cm-ben.

Ennél a számításnál több tekintetben is egyszerűsítettem az ülepedésnél ténylegesen fennálló viszonyokat. Először is feltételeztem, hogy az önkényesen felvett frakcióhatárokon belül a nyersfoszfát részecskéinek átmérője folytonosan változik, tehát jogom van a két határérték számtani középértékét átlagos átmérőnek venni. Másodsorban, mint a pipettás mechanikai elemzésnél tudvalevően szokásos, Stokes törvénye szerint számítottam ki a szemcseátmérő határértékekhez tartozó pipettázási mélységeket és időpontokat, vagyis az ülepedő részecskéket merev, sima felületű gömböknek tételeztem fel. Ha a szemcsék nem tömörök, más szóval, ha fajsúlyuk és térfogatsúlyuk nem azonos, úgy a szemcse sugarát kisebbnek számítjuk a ténylegesnél. A szemcse méret ilyen alulbecslésére, ezzel együttjáróan a fajlagos külső felület felülbecslésére, annál inkább számíthatunk, minél kevésbé tömörök a szemcsék, minél lágyabb a nyersfoszfát. A tömörebb — nagyobb fajsúlyú foszfátoknál — a kolafoszfátoknál, a számított külső felület a valóságot jobban megközelíti, mint a lágyabb, kisebb fajsúlyú nyersfoszfátok, ahol a számított értékek a valóságnál nagyobbak. Ha a 3. táblázat adatait ezt szem előtt tartva értékeljük, akkor feltűnő, hogy szemcsefinomságban — vagyis az ezt jellemző fajlagos külső felületben — a különböző eredetű nyersfoszfátok nem különböznek alapvetően egymástól. Ugyancsak nem változtatható meg lényegesen az őrlés hatásfokát növelve a kolafoszfátok szemcsefinomsága. Egyedül a gafszafoszfát finomabb őrlését lehet hatékony eszköznek tekinteni, mert így a túlnyomóan finom homok jellegű anyag túlnyomórészt durva por jellegű anyaggá alakítható át és ezzel fajlagos külső felülete ötszörösére növelhető.

## 2. A fajlagos összes felület vizsgálata

Az irodalomban több adatot találunk arra, hogy nem a porfinomság, hanem a fajlagos összes felület a nyersfoszfátok felvehetőségének jellemző fizikai mutatója. Az összes felület a porfinomság által meghatározott külső felületén kívül a szemcse pórusaiban a talajoldat számára hozzáférhető belső felületeket is magában foglalja. Ezek összessége a lágy, azaz kevésbé tömör foszfátoknál nagyságrendileg nagyobb a külső felületnél. Így pl. JACOB és HILL [8] összefoglalójukban néhány nyersfoszfát fizikai állandóit állították össze. A virginiai apatit és a Curacao-szigeti nyersfoszfát ugyanolyan porfinomságú — az ún. 200-as szitán áthulló — 0.074 mm-nél kisebb átmérőjű szemcsékből álló — frakciója a fajlagos összes felületben és a semleges citrátoldatban való oldhatóságban azonban lényegesen különbözött. (Az első 1.2 m<sup>2</sup>/g fajlagos felületű és P tartalmának 2.1%-a oldódik, míg a másodiknál a megfelelő értékek 5.2 m<sup>2</sup>/g, ill. 14.0%.)

A porózus anyagok fajlagos összes felületét többen BRUNAUER és munkatársai [1] nyomán nitrogéngáz adszorpciójának mérésével állapítják meg. Vizsgálataim szerint a nyersfoszfátok gyakorlati összehasonlítására ez a különleges berendezést igénylő eljárásnál egyszerűbb, a gyakorlati talajvizsgálatoknál bevezetett eljárások is alkalmasak. A talaj fajlagos felületének mérésére MITSCHERLICH [10] a higroszkóposan kötött víz mennyiségének a megállapítását ajánlja, ez a mutatószám  $Hy$ , ill. Kuron nyomán  $hy$ -ként a gyakorlati talajt jellemző értékek sorába került. ORCHISTON [11] a talajok vízadszorpcióját tanulmányozva arra a következtetésre jutott, hogy a 0.35-nél kisebb relatív páratartalmú térben a talaj felületén megkötött víz mennyisége — a talaj anyagi minőségétől függetlenül — ugyanúgy a szemcsék összes (külső + belső) felületétől függ, mint Brunauerék méréseiben a nitrogénadszorpció. Ezek szerint, ha  $CaCl_2 \cdot 6H_2O$ -val egyensúlyban levő páratartalmú térben a nyersfoszfátok ún.  $hy_1$  értékét meghatározzuk, ebből az összes felületüket kiszámíthatjuk. Ha Orchiston képletébe — a szobahőmérsékleten  $CaCl_2 \cdot 6H_2O$  telített oldatával egyensúlyban levő légtér relatív páratartalmát (0.323) helyettesítjük be, úgy a fajlagos felületet ( $S$ ) a száraz anyagra vonatkoztatott %-os vízmegkötés ( $hy_1$ ) ismeretében a következőképpen számíthatjuk ki:

$$S = \frac{18.06 \cdot hy_1}{0.337 - \log(1/0.323)} = 27.95 hy_1$$

A talajok fajlagos felületének megállapítására — mint gyors módszert — a festékadszorpció mérését is felhasználják. PETER és MARKERT [12] tekintették át az idevágó irodalmat és legmegfelelőbbnek a felhasznált festékek közül a méréshez a metilénkékkel találták. Különböző talajokon az egységnyi talajra adott metilénkék mennyiséget változtatva a megkötött festék mennyisége a Freundlich féle adszorpciós izotermát követte, tehát az oldószer és a talaj határfelületén lejátszódó, azaz adszorpciós jelenség ment végre. Különféle agyagfeleségek vizsgálata alapján a szerzők arra is rámutattak, hogy a festék a montmorillonit típusú agyagásványok rétegrácsai közé is behatol, tehát a kicserélődéscs adszorpció számára rendelkezésre álló felületen kötődik meg. Ezek alapján feltehető, hogy a nyersfoszfátok metilénkék megkötőképességét vizsgálva a talajoldat ionjai számára elérhető összes felületükről kaphatunk tájékoztatást.

PETER és MARKERT 2.0 g talajra 25 ml oldatban 62.5 mg metilénkékhidrokloridot adtak, a talajok ebből 56—20 mg közötti mennyiséget, vagyis 90—32%-ot kötöttek meg. Az adszorpció tehát kellő ideig tartó, erőteljes rázatás-kor már 10% festékfelesleg jelenlétében is maximális és 350%-os festékfelesleg esetében sem ad számottevően nagyobb értéket. Vizsgálataikat figyelembe véve a nyersfoszfátok metilénkék megkötőképességét a következőképpen mértük: 1.0 g műtrágyát gumidugóval lezárt vastagfalú kémcsőben 20 ml metilénkék oldattal vízszintes rázógépen percenként 120 irányváltozással ráztunk, majd félnapos ülepedés után az oldat tisztájának leöntött részében a szükséges hígítás után kolorimetrikusan határoztuk meg a festék töménységét. A Labor gyártmányú egyfényvelemes fotométeren 1 cm-es átmérőjű üvegcsőben vörös fénnel 0.1—0.6 mg % töménységű metilénkék oldatok mérhetők. A 10—100-szorosan hígított metilénkék oldatok töménységét standard sorozattal összehasonlítva állapítottuk meg.

Először Hyperfoszfát esetében vizsgáltam, hogy a festékfelesleg nagysága befolyásolja-e az adszorbeált festék mennyiségét. A méréseket adott Hyperfoszfát mennyiséget változó töménységű metilénkékoldatokkal, illetve adott töménységű metilénkék oldatot változó mennyiségű Hyperfoszfáttal összehozva is elvégeztem. A kolorimetralásnál a nagymértékű hígítás okozta hiba elkerülésére 5–100 mg metilénkék mérésére alkalmas kromatometriás módszerrel [9] is meghatároztam az adszorpció után visszamaradt festék mennyiségeket. Akár az azonos nyersfoszfátra jutó festékmennyiséget, akár az adott festékre jutó nyersfoszfátmennyiséget változtattam, az 1 g. nyersfoszfát által megkötött festék mennyisége széles intervallumban (40%-tól 2000%-os felesleg!) független — 10%-os hibahatáron belül — a mérésnél alkalmazott festékfelesleg nagyságától.

A higroszkóposság és a metilénkék megkötés mérése alapján az egyes nyersfoszfátok összes felületét a 3. táblázatban közölt adatokkal jellemezhetem. A táblázatban a  $hy_1$  érték analógiájára a megkötött metilénkék mennyiségét a nyersfoszfát %-ában (M%) adom meg. A táblázatból látható, hogy a Földközi-tengermelléki nyersfoszfátoknál a fajlagos összes felület egy nagyságrenddel nagyobb, mint a kólafoszfátoknál. Finomabb őrléssel ugyan a kólafoszfát felülete háromszorosára növelhető, de még így is csak tizednyi aktív felülettel rendelkező anyaghoz jutunk, mint amivel a csupán durván őrtölt

3. táblázat

## Nyersfoszfátok összes felületének mérése

(1) Nyersfoszfát féleség	(2) Higroszkóposság mérésevel fajlagos felület			(3) Metilénkék megkötés mérésevel	
	$hy_1$	m2/g	relatív	M%	relatív
Gafsa (durva) (a) .....	1,49	41,8	85	1,07	85
Hyper .....	1,77	49,5	100	1,25	100
Cyklon .....	1,54	43,2	87	1,12	90
Kóla (flotált) (b) .....	0,05	1,4	3	0,02	2
Kóla (6 órát őrtölt) (c) .....	0,07	1,9	4	0,04	3
Kóla (12 órát őrtölt) (d) ....	0,15	4,2	8	0,10	8

gafszafoszfát rendelkezik. A finomabb őrlés a gafszafoszfát adszorpcióképes felületét csak mintegy 20%-kal növeli. A higroszkóposság és a festékmegkötés módszere csaknem teljesen egybevágó értékeket adott. Az egyes foszfátok 1.4–1.5-ször annyi vizet képesek a felületükön megkötni, mint metilénkéket. Mindkét anyag megkötődése tehát a vízben nem oldódó foszfátok összes felületének összehasonlítására egyaránt alkalmas. A két módszer közül — jól mérhető súlykülönbségek érdekében 10–25 g anyagot vizsgálva — a higroszkóposság mérése egyszerűbben keresztülvihető.

## Az eredmények megbeszélése

Vizsgálatainkban talajvizsgálatoknál használatos egyszerű módszereket alkalmaztam a nyersfoszfátok minősítésére. Kérdés, hogy az így kapott értékek hogyan vágnak össze az irodalomban közölt értékekkel. Mindenekelőtt a



nyerszfátok fajsúlyából lehet felvehetőségük mértékére következtetni. Az apatit jellegű ásványokhoz képest kisebb fajsúlyú kötőanyagok befolyással vannak a nyerszfátok fajsúlyára. Többen (GISIGER és PULVER [7], CARO és HILL [3], CARBONA és CUZIN [2]) rámutattak, hogy az ún. „lágý” foszfátok fajsúlyja 2.8—2.9 — míg a „kemény” foszfátoké 3.0—3.2 körül van. A 3. táblázaton közölt mérési adataim ezzel összevágának. A Hyper és Cyklonfoszfátok fajsúlyja 3 alatt van, míg a kólafoszfátoké 3 felett. A szemcsefinomság szerepére is több szerzónél találunk adatot. Ez az őrlés függvénye és nem mindenképen hatásosabbak a finomabb szemcséjű anyagok a kevésbé finom szemcséjűeknél. Így DÖRING [6] Kopecky-Kraus készülékben a kólafoszfátot és a Hyperfoszfátot frakciókra bontotta. Mindkét anyag túlnyomó részét finom homok és por kategóriába tartozó részecskék alkotják. Neubauer kultúrákban mégis igen eltérőnek mutatkozott trágyázó értékük. Ugyanerre mutatnak CARBONA és CUZIN [2] mérései is. Ők a nyerszfátok külső felületét nemcsak a mechanikai elemzés alapján, hanem adott rétegvastagságú anyagnál mérhető levegőáteresztőképesség, ill. a higanyban mért fajsúly alapján is kiszámították. A finomra őrlött (0.060 mm lukbőségű szitán átmenő) gafszafoszfát fajlagos külső felületét 100-nak véve, a durva gafszafoszfáté 9, a finoman őrlött kólafoszfáté 59 volt. Saját méréseim szerint a durván őrlött gafszafoszfát fajlagos külső felülete 17%-a, a 12 órát őrlött kólafoszfát fajlagos külső felülete pedig 77%-a a Hyperfoszfát fajlagos külső felületének.

CARBONA és CUZIN a nitrogéngáz adszorpciója alapján a nyerszfátok összes felületére is közölnek adatokat. Ez a durván őrlött gafszafoszfáttra vonatkozóan 21.9 m<sup>2</sup>/g, a finomra őrlött gafszafoszfáttra vonatkozóan 21.8 m<sup>2</sup>/g, a finomra őrlött kólafoszfáttra vonatkozóan 1.2 m<sup>2</sup>/g. Ha ezeket összehasonlítjuk az 5. táblázatban közölt adatokkal, akkor szembeötlő, hogy a higroszkóposág mérésével Orchiston képlete szerint számolva nagyságrendben megfelelő, de általában kétszer akkora értékeket kapunk. A talajokra megállapított összefüggés tehát a nyerszfátokra is alkalmazható és alkalmas ezek fajlagos összes felületének összehasonlítására. A mérések arra mutatnak, hogy az őrlés finomsága bizonyos határon túl a lágýfoszfátok fajlagos összes felületét nem növeli, viszont a kemény nyerszfátok legfinomabb őrlésével sem közelíthető meg a lágý nyerszfátok összes felülete. Ez a magyarázata annak, hogy nem gazdaságos a nyerszfátok igen finom őrlése [4]. Elegendő, ha a 0.14 mm lukbőségű szitán 100%-ban átmenő anyagot állítanak elő.

### Összefoglalás

A nyerszfátok közvetlen trágyaként való alkalmazása nagymértékben függ fizikai tulajdonságaiktól. A talajvizsgálatoknál sorozatvizsgálatokra alkalmazott pipettás mechanikai elemzés a fajlagos külső felület, a higroszkóposág, illetve a metilénkékadszorpció mérése pedig az összes felület megállapítására is alkalmazható. Az így kapott eredmények éppen annyira alkalmasak a különböző nyerszfátfeleségek összehasonlítására, mint a gázadszorpció mérésével és más különleges berendezéseket igénylő eljárásokkal kapott számadatok. A hazai alkalmazásra szóba jövő nyerszfátok közül

foszforittípusú Hyperfoszfát és Cyklonfoszfát fajlagos összes felülete nagyságrenddel nagyobb a kólafoszfáténál. Huzamosabb és alaposabb órléssel a szemese-finomság ugyan jelentősen növelhető, de ez számottevően nem csökkenti a lágy és a kemény foszfátok között a fajlagos összes felületben fennálló nagyságrend méretű különbséget.

*Érkezett : 1962. június 1.*

### I r o d a l o m

- [1] BRUNAUER, S., EMMETT, P. H. & TELLER, E.: Adsorption of gases in multimolecular layers. J. Am. Chem. Soc. **60**. 309—319. 1938.
- [2] CARBONA, F. & CUZIN, J. L.: Contribution à l'étude de la structure physique fine des phosphates naturels de chaux. Proc. Nat. Acad. Sci. India Sect. A. **25**. 550—561. 1956.
- [3] CARO, J. H. & HILL, W. L.: Characteristics and fertilizer value of phosphate rock from different fields. J. Agric. Food Chem. **4**. 684—687. 1956.
- [4] COLLINGS, G. H.: Commercial Fertilizers. V. Ed. McGraw-Hill. New York. 1955.
- [5] di GLÉRIA, J., KLIMES—SZMIK, A. & DVORACEK, M.: Talajfizika és talajkolloidika. Akad. kiadó. Budapest. 1957.
- [6] DÖRING, H.: Untersuchungen über die bessere Düngewirkung des weicherdigen Rohphosphates Hyperphos im Vergleich zum kristallinen Kola-Apatit. Z. Pfl. Ernähr. Düng. **83**. 140—148. 1958.
- [7] GISIGER, L. & PULVER, H.: Von den Eigenschaften der Rohphosphate und ihrer Wirkung als Dünger. Agrochimica **3**. 165—189. 1959.
- [8] JACOB, K. D. & HILL, W. L.: Laboratory evaluation of phosphate fertilizers. In Pierre, W. H. & Norman, A. G.: Soil and Fertilizer Phosphorus in Crop Nutrition. Acad. Press. New York. 1953. 299—346.
- [9] Magyar Gyógyszerészkönyv. 5. kiadás. Egészségügyi Kiadó. Budapest, 1954.
- [10] MITSCHERLICH, E. A.: Bodenkunde für Landwirte, Forstwirte und Gärtner. 6. Aufl. Niemeyer. Halle (Saale). 1950.
- [11] ORCHISTON, H. D.: Adsorption of water vapor. I. Soils at 25 °C. Soil Sci. **76**. 453—465. 1953.
- [12] PETER, H. & MARKERT, S.: Untersuchungen über die Adsorption von Farbstoffen an Mineralböden und deren Beziehung zur Sorptionskapazität. Z. Pfl. Ernähr. Düng. **73**. 11—25. 1956.
- [13] SIK K. & S. HUNVÖLGYI E.: A kólaapatit nyersfoszfát foszforsav oldékonyságának összefüggése a szemcsék átmérőjével és közvetlen mezőgazdasági felhasználásával. OMMI Évkönyv. **2**. 75—82. 1952—1953.
- [14] SUKHATME, P. V.: Engrais, Rapp. Ann. sur la Production, la Consommation et le Commerce dans le Monde. FAO. Roma. 1960.
- [15] SZOKOLOV, A. V.: Agrohimiya foszfora. Izd. AN SSSR. Moszkva. 1950.



## Данные об удобрительной эффективности северо-африканского (Гипер) и израильского (Циклон) фосфатов

### I. Исследование гранулометрического состава и удельной поверхности

М. КРАМЕР

Отдел удобрений Научно-исследовательского института почвоведения и агрохимии АН Венгрии, Будапешт

#### Резюме

Возможность непосредственного использования фосфоритов в качестве удобрения в значительной мере зависит от их физических свойств. Для определения удельной внешней поверхности фосфоритов пригоден пипеточный метод определения механического состава почвы, а для определения общей поверхности частиц — гигроскопичность и метод измерения адсорбции метиленовой сини. Данные, полученные таким образом также можно использовать для сравнения различных видов фосфоритов, как и данные полученные путем измерения газовой адсорбции и путем применения других методов, требующих сложного оборудования. Из сырых фосфатов, которые могут быть использованы в Венгрии, Гиперфосфат и Циклонфосфат—фосфаты типа фосфоритов—обладают удельной поверхностью в десять (в несколько) раз большей, чем кольский фосфорит. Более длительным и основательным размолот тонину размол можно увеличить, но это не уменьшит в значительной мере разницу между удельной общей поверхностью мягких и твердых фосфатов, достигающей нескольких порядков величин.

Табл. 1. Состав, используемых в Венгрии непосредственно для удобрения фосфоритов. (1) Место происхождения. (2) Наименование. (3) Процентный состав.

Табл. 2. Механический состав различных фосфоритов (по пипеточному методу). (1) Фосфорит. (2) Удельный вес, определенный пикнометром в воде. (3) Состав в %%. (4) Место происхождения. (5) Качество а) грубый помол, б) флотированный, в) размол проводился в течение 6 часов, д) размол проводился в течение 12 часов. (6) Песок. (7) Пыль. (8) Глина. (9) Удельная поверхность. (10) Диаметр средних, (11) тонких и (12) грубых частиц в мм.

Табл. 3. Измерение общей поверхности части фосфоритов. (1) Вид фосфорита. (2) Удельная поверхность, определенная путем измерения гигроскопичности. (3) то же измеренное адсорбцией метиленовой сини. а—д) см. табл. 2.

## Données sur l'effet d'engrais des phosphates nord-africains (Hyper) et israéliens (Cyklon)

### I. Examen de la finesse des grains et de la superficie spécifique

M. KRÁMER

Institut des Recherches Pédologiques et Agrochimiques de l'Académie des Sciences Hongroises, Section des engrais, Budapest

#### Résumé

L'emploi direct des phosphates bruts dépend grandement de leurs propriétés physique. L'analyse granulométrique à la pipette, employée pour les essais en série dans le cas des sols, peut servir pour mesurer la superficie spécifique extérieure, cependant la détermination de hygroscopticité et du degré d'adsorption du bleu de méthylène, respectivement, peuvent servir à obtenir la superficie totale. Les résultats qu'on obtient ainsi se prêtent à la comparaison des différentes sortes d'engrais phosphatiques bruts aussi bien que les données obtenues par la détermination de l'adsorption des gaz et d'autres procédés exigeants des installations spéciales. Parmi les phosphates bruts dont l'emploi peut être préconisé en Hongrie la superficie totale spécifique des marques Hyperphosphate et Cyklonphosphate, de type phosphoritique, est d'un degré d'ordre plus grande que celle du phosphate de Kola. Quoique par un broyage

plus prolongé et plus poussé l'on peut augmenter considérablement la finesse des grains ce procédé ne diminue pas notablement la différence qui existe entre la grandeur d'ordre de la superficie totale spécifique des phosphates mous et durs.

*Tableau 1.* Composition des phosphates bruts employés en Hongrie comme engrais directement. (1) Origine. (2) Denomination. (3) Pourcentage.

*Tableau 2.* Composition granulométrique des divers phosphates bruts (selon la méthode à pipette). (1) Phosphate brut. (2) Poids spécifique dans l'eau mesuré avec le pycnomètre. (3) Composition %. (4) Origine. (5) Qualité a) broyage grossier, b) flotté, c) broyé pendant 6 heures, d) pendant 12 heures. (6) Sable. (7) Limon. (8) Argile. (9) Superficie extérieure spécifique. (10) Diamètre des grains, mm, grains gros. (11) Moyens. (12) Fins.

*Tableau 3.* Mesure de la superficie totale des phosphates bruts. (1) Sorte du phosphate brut. (2) Superficie spécifique obtenue par l'hygroscopicité. (3) Par l'adsorption du bleu de méthylène. a)—d) voir Tableau 2.